

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 5 日
Date of Application:

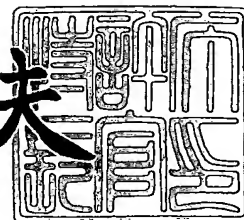
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 2 7 6 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 8 2 7 6 6]

出 願 人 株式会社半導体先端テクノロジーズ
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 02PR017A

【提出日】 平成15年 3月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/312

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市小野川 1 6 番地 1 株式会社半導体先端
テクノロジーズ内

【氏名】 吉江 徹

【特許出願人】

【識別番号】 597114926

【氏名又は名称】 株式会社半導体先端テクノロジーズ

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100120569

【弁理士】

【氏名又は名称】 大阿久 敦子

【電話番号】 03-5379-3088



【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0214704

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基材上に、有機シロキサンを主成分とし該有機シロキサンと化学結合のない有機成分を含む絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜にプラズマ処理を行うことによって前記有機成分を除去するとともに前記絶縁膜の表面に改質層を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 半導体基材上に有機シロキサンからなる絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜にプラズマ処理を行うことによって前記有機シロキサンの一部を除去するとともに前記絶縁膜の表面に改質層を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記絶縁膜を形成する工程は、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法による工程である請求項 1 または 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 前記絶縁膜を形成する工程は、前記有機シロキサンおよび前記有機成分を含む絶縁膜組成物を前記半導体基材上に塗布する工程と、


前記絶縁膜組成物を 100℃～200℃の温度で加熱処理する工程とを有する請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 前記絶縁膜を形成する工程は、前記有機シロキサンを含む絶縁膜組成物を前記半導体基材上に塗布する工程と、

前記絶縁膜組成物を 100℃～200℃の温度で加熱処理する工程とを有する請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記プラズマ処理後に前記絶縁膜を 250℃～450℃の温度で加熱処理する工程をさらに有する請求項 1～5 のいずれか 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 前記プラズマ処理後に前記絶縁膜を 400℃～450℃の温度で加熱処理する工程をさらに有する請求項 1～6 のいずれか 1 に記載の半導体



装置の製造方法。

【請求項 8】 前記プラズマ処理は、酸素、水素および窒素よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含むガスを用いて行う請求項 1～7 のいずれか 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記有機シロキサンは分子内にアルキル基またはアリル基を有する請求項 1～8 のいずれか 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造方法に関し、より詳しくは、低誘電率の絶縁膜を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスの高速化は著しく、多層配線部における配線抵抗と配線間や配線層間の寄生容量に起因する信号伝搬速度の低下による伝送遅延が問題となってきた。このような問題は、半導体デバイスの高集積化に伴う配線幅および配線間隔の微細化につれて配線抵抗が上昇し且つ寄生容量が増大するので、益々顕著となる傾向にある。

【0003】

従来より、このような配線抵抗および寄生容量の増大に基づく信号遅延を防止するために、アルミニウム配線に代わる銅配線の導入が行われるとともに、層間絶縁膜として低誘電率の絶縁膜材料を用いることが試みられてきた。具体的には、分子内にフッ素や有機基を導入したシリコン酸化膜が挙げられる。特に、シリコン酸化膜の Si-O 結合の一部を Si-CH₃ 結合に置き換えた MSQ (Methyl Silsesquioxane) は、誘電率が 2.7 程度と低いために低誘電率の絶縁膜材料として有望視されている。しかしながら、MSQ は、この上に形成するシリコン酸化膜との密着性に欠けるため、酸素を含むガスを用いたプラズマ処理によって表面に改質層を形成し密着性の改善を図っている。

【0004】

一方、よりデザインルールの微細化が進んだ世代の半導体デバイスに向けて更なる誘電率の低下が求められている。これに対して、絶縁膜を多孔質化することが行われてきた。例えば、MSQを多孔質化することによって、更なる誘電率の低下を図ることが可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、多孔質化したMSQに上記のプラズマ処理を行うと、MSQ全体が酸化されて親水性を示すようになる。したがって、膜中に水分を多く含むようになる結果、誘電率が上昇するという問題があった。

【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものである。即ち、本発明の目的は、シリコン酸化膜との密着性が良好で且つ誘電率の低い絶縁膜を用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0007】

本発明の他の目的および利点は、以下の記載から明らかとなるであろう。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置の製造方法は、半導体基材上に、有機シロキサンを主成分としこの有機シロキサンと化学結合のない有機成分を含む絶縁膜を形成する工程と、この絶縁膜にプラズマ処理を行うことによって有機成分を除去するとともに絶縁膜の表面に改質層を形成する工程とを有することを特徴としている。絶縁膜を形成する工程は、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法による工程とすることができる。また、絶縁膜を形成する工程は、有機シロキサンおよび有機成分を含む絶縁膜組成物を半導体基材上に塗布する工程と、絶縁膜組成物を100℃～200℃の温度で加熱処理する工程とを有するものとすることもできる。

【0009】

また、本発明の半導体装置の製造方法は、半導体基材上に有機シロキサンからなる絶縁膜を形成する工程と、この絶縁膜にプラズマ処理を行うことによって有

機シロキサンの一部を除去するとともに絶縁膜の表面に改質層を形成する工程とを有することを特徴としている。絶縁膜を形成する工程は、CVD法による工程とすることができる。また、絶縁膜を形成する工程は、有機シロキサンを含む絶縁膜組成物を半導体基材上に塗布する工程と、絶縁膜組成物を100℃～200℃の温度で加熱処理する工程とを有するものとすることもできる。

【0010】

本発明の半導体装置の製造方法においては、プラズマ処理後に絶縁膜を250℃～450℃の温度で加熱処理する工程をさらに有することができる。この工程は、プラズマ処理後に絶縁膜を400℃～450℃の温度で加熱処理する工程とすることもできる。

【0011】

本発明の半導体装置の製造方法において、プラズマ処理は、酸素、水素および窒素よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を含むガスを用いて行うことができる。また、有機シロキサンは分子内にアルキル基またはアリル基を有するものとすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0013】

図1(a)～(g)は、ダマシン法による配線形成工程を示す断面図である。まず、図1(a)に示すように、半導体基材1として、シリコン基板2上に第1の絶縁膜3が形成された基板を準備する。第1の絶縁膜3としては、例えば炭化シリコン(SiC)膜または窒化シリコン(SiN)膜を用いることができる。これらの膜は、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法などによってシリコン基板上に形成することができる。

【0014】

次に、半導体基材上に第2の絶縁膜を形成する。本実施の形態において、第2の絶縁膜とは、空孔を有する有機シロキサン系の低誘電率絶縁膜をいう。

【0015】

第2の絶縁膜の形成を、図2(a)～(d)を用いて説明する。尚、図1と同じ符号を付した箇所は同じ部分であることを示している。

【0016】

まず、図2(a)に示すように、第1の絶縁膜3の上に、有機シロキサンを主成分とし有機シロキサンと化学結合のない有機成分を含む絶縁膜4を形成する。

【0017】

有機シロキサンは、例えば、分子内にアルキル基またはアリル基を有するシロキサンとすることができる。具体的には、シリコン酸化膜において、Si-O結合の一部がSi-CH₃に置換されたMSQ(Methyl Silsesquioxane)を用いることが好ましい。

【0018】

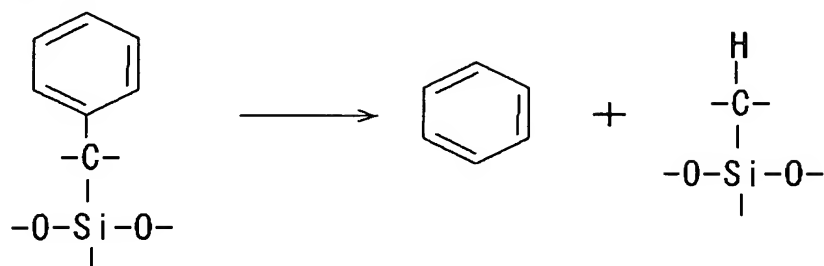
本発明における有機成分は、絶縁膜を多孔質化する目的で使用される。例えば、有機シロキサンを構成する有機基の分解温度よりも低い温度で分解・蒸発するものを有機成分として用いることができる。このような有機成分が蒸発してシロキサン骨格から抜け出ることによって、絶縁膜に多数の空孔を形成することができる。尚、有機成分は分解後に気化してシロキサン骨格から抜け出るものであればよい。したがって、有機成分は、分解・蒸発するものに限らず、分解・昇華するものであってもよい。

【0019】

また、絶縁膜4は、有機シロキサンからなる膜であってもよい。この場合、有機シロキサンは、分解されてシロキサン骨格から抜け出ることのできる有機基を有していることを要する。例えば、加熱によって有機基が分解し、この有機基が低分子量の気体となってシロキサン骨格から抜け出ることによって、上記と同様に空孔を形成することができる。ここで、有機基をシリコンに直接結合していないものとすることによって、分解によって有機基がはずれてもシロキサン骨格を保持することが可能となる。このような有機シロキサンの例としては、式1に示すものが挙げられる。

【0020】

【式 1】



【0021】

有機シロキサンを主成分としこの有機シロキサンと化学結合のない有機成分を含む絶縁膜の形成は、例えば、有機成分と有機シランとの混合ガスを反応ガスとしたCVD法によって行うことができる。

【0022】

また、上記の絶縁膜の形成は、塗布法によって行うこともできる。例えば、有機成分および有機シロキサンを適当な有機溶媒に溶かして絶縁膜組成物を調整し、これを半導体基材の上に回転塗布法などによって塗布する。ここで、本発明における有機シロキサンは、架橋が進んだ有機ポリシロキサンであって、溶媒を除去することによりポリマー膜となるものであることが好ましい。塗布後は、加熱炉などを用いて加熱処理を施すことによって塗膜を形成する。加熱温度は、100℃～200℃の範囲にあることが好ましい。これにより、絶縁膜組成物から溶媒を除去することができるとともに、有機成分の一部を分解・気化させて空孔を形成することができる。尚、この加熱処理において、溶媒は、後工程で取り扱いに支障ない程度に除去されればよく、完全に除去されなくてもよい。

【0023】

一方、分解・除去可能な有機基を有する有機シロキサンからなる絶縁膜の形成も、CVD法および塗布法のいずれの方法によっても行うことができる。

【0024】

次に、図2(b)に示すように、絶縁膜4の表面にプラズマ処理を行う。

【0025】

本発明のプラズマ処理は、酸素(O)、水素(H)および窒素(N)よりなる

群から選ばれる少なくとも1種の元素を含むガスを用いて行う。すなわち、酸素(O_2)ガス、水素(H_2)ガスおよび窒素(N_2)ガスの内の1種のガスを用いて行ってもよいし、2種または3種を組み合わせた混合ガスを用いて行ってもよい。また、酸素、水素および窒素の内の少なくとも1つを構成元素とするガスを用いて行ってもよい。具体的には、一酸化二窒素(N_2O)ガスなどが挙げられる。さらに、これらのガスに、アルゴン(Ar)などの不活性ガスが希釈ガスとして含まれていてもよい。

【0026】

プラズマ処理は、汎用のプラズマ処理装置を用いて行うことができる。例えば、プラズマ処理装置の真空チャンバ内に設けられた対向電極間に、絶縁膜が形成された半導体基材を載置する。次に、真空チャンバ内を所定の真空度にした後、この中に例えば酸素ガスを所定の流量で導入する。対向電極間に高周波電力を印加するとプラズマが生成し、絶縁膜に対してプラズマ処理を行うことができる。

【0027】

酸素ガスまたは酸素を構成元素として含むガスを用いてプラズマ処理を行うと、プラズマ中の酸素が、絶縁膜である有機シロキサン膜中のメチル基の炭素と置換する。これにより、図2(c)に示すように、Si-O結合を多く含む改質層5が絶縁膜4の表面に形成される。また、プラズマ処理によって絶縁膜中に含まれる有機成分が分解する。分解した有機成分は気化して絶縁膜中から抜け出るので、後には空孔6が形成される。尚、絶縁膜4が、分解除去可能な有機基を有する有機シロキサンである場合には、プラズマ処理によって有機シロキサンが有機基部分で分解し、これがシロキサン骨格から抜け出ることによって空孔6が形成される。

【0028】

一方、酸素を含まないガスを用いてプラズマ処理を行った場合にも、同様に有機成分の分解・気化(または、有機シロキサンの分解)が起こって、絶縁膜4中に空孔6を形成する。一方、絶縁膜4中の炭素原子は酸素以外の元素と置換する。例えば、水素ガスを用いてプラズマ処理を行った場合、炭素が水素と置換することによって、絶縁膜の表面にはSi-H結合を多く含む改質層が形成される。

【0029】

本発明においては、プラズマ処理を終えた後に、さらに250℃～450℃の範囲の温度で加熱処理を行ってもよい。これにより、図2(d)に示すように、絶縁膜中に含まれる残りの有機成分をさらに分解・気化させて、絶縁膜4に多数の空孔6を形成することができる。また、絶縁膜4が、分解除去可能な有機基を有する有機シロキサンである場合には、この加熱処理によってさらに有機基の分解を進めることができる。但し、プラズマ処理によって十分な空孔率を確保できている場合には、この加熱処理を行う必要はない。

【0030】

また、本発明においては、プラズマ処理を終えた後に、さらに400℃～450℃の範囲の温度で加熱処理を行ってもよい。これにより、絶縁膜中のシラノール基(-SiOH)を重縮合させることもできる。このことについて、以下に詳述する。

【0031】

例えば、酸素を含むガスを用いてプラズマ処理を行った場合、絶縁膜中の炭素が酸素と置換して Si-O 結合を形成するために、プラズマ処理後の絶縁膜中には親水性のシラノール基(-SiOH)が多く存在するようになる。また、酸素を含まないガスを用いてプラズマ処理を行った場合には、 Si-H 結合を生成したり、ダングリングボンドを有する Si が生成したりする。これらは、絶縁膜中に含まれる水分と容易に反応してシラノール基に変わる。シラノール基が絶縁膜中に多く存在すると吸湿性が高くなり誘電率が上昇するようになるので、シラノール基を絶縁膜中から除去することが必要となる。

【0032】

プラズマ処理後に400℃～450℃の温度で加熱処理を行うことによって、シラノール基の重縮合反応を起こして絶縁膜中からシラノール基を除くことが可能となる。また、この加熱処理を行うことによって、絶縁膜中に含まれる水分を除去することもできる。したがって、絶縁膜中の Si-O 結合や Si-H 結合が水と反応してシラノール基となるのを防ぐことができる。

【0033】

また、400℃～450℃の温度で加熱処理を行うことによって、同時に絶縁膜中に含まれる有機成分の分解・気化（または、有機シロキサン分解）を進めることもできる。

【0034】

したがって、絶縁膜中の空孔率の増加とシラノール基の重合反応の両方を行うことを目的とする場合には、プラズマ処理後に400℃～450℃の温度で加熱処理することが好ましい。一方、絶縁膜中の空孔率の増加のみを目的とする場合には、250℃～450℃の温度で加熱処理することが好ましい。尚、空孔率の増加およびシラノール基の重合反応のいずれをも行わない場合には、プラズマ処理後に加熱処理を行う必要はない。

【0035】

このように、プラズマ処理工程および加熱処理工程の2つの工程で有機成分の分解・気化を行うことによって、加熱処理工程でのみ有機成分の分解・気化を行う場合に比べると、より完全に有機成分を絶縁膜中から除去することができる。このことは、分解・除去可能な有機基を有する有機シロキサンを絶縁膜として用いた場合も同様である。膜の空孔率が大きくなるほど誘電率は低下することから、より低い誘電率の絶縁膜とすることが可能となる。

【0036】

また、2段階で有機成分の分解・気化（または、有機シロキサン分解）を行うことによって、加熱処理工程における温度を従来より低くすることも可能である。加熱温度を低くすることによって、加熱による半導体装置の特性低下を防ぐことができるとともに、コストダウンを図ることもできる。

【0037】

以上の工程によって、図1（b）に示すように、第1の絶縁膜3の上に第2の絶縁膜4を形成することができる。第2の絶縁膜4は、その表面に改質層5を有する。

【0038】

次に、図1（c）に示すように、改質層5の上に第3の絶縁膜7を形成する。第3の絶縁膜7としてはシリコン酸化膜を用いることができ、塗布法またはC V

D法などによって形成することができる。

【0039】

次に、第3の絶縁膜7の上にレジスト膜（図示せず）を形成し、フォトリソグラフィ法によって所望の配線パターンを有するレジストパターン8を形成する（図1（d））。その後、レジストパターン8をマスクとして、第3の絶縁膜7、第2の絶縁膜4および第1の絶縁膜3をエッチングし、配線溝9を形成する（図1（e））。

【0040】

次に、第3の絶縁膜7および配線溝9に、タンタル膜10をスパッタリング法によって形成する。タンタル膜10は、窒化タンタル膜であってもよい。次に、タンタル膜10の上に銅膜11をスパッタリング法によって形成する。その後、配線溝9を埋め込むようにして銅膜12をめっき法などによって形成する（図1（f））。最後に、配線溝9以外の部分にある銅膜12、銅膜11およびタンタル膜10を化学機械研磨法によって除去し、図1（g）に示す構造とする。

【0041】

以上の工程によって、低誘電率の絶縁膜を有する配線構造を形成することができる。

【0042】

以下に、本実施の形態により第2の絶縁膜を形成する場合の一例について述べる。

【0043】

シリコン基板上に形成した窒化シリコン膜の上に、有機成分を含むMSQ膜を塗布法によって形成する。200℃程度の温度で加熱処理を行った後、N₂Oガスをを用いてプラズマ処理を行う。例えば、圧力が1,000Paの真空チャンバ内に、N₂Oガスに希釈ガスとしてArガスを混合したガスを導入する。この際、N₂Oガスの流量を200ccmとし、Arガスの流量を1,000ccmとする。対向電極間に13.56MHzの高周波を200Wの電力で印加することによって、MSQ膜に対してプラズマ処理を行うことができる。尚、プラズマ処理の際の基板の温度は250℃程度とする。

【0044】

図3は、200℃で加熱処理した後のMSQ膜およびプラズマ処理後のMSQ膜について測定した赤外線吸収スペクトルの結果である。図3(a)は加熱処理後のスペクトルであり、図3(b), (c), (d)はプラズマ処理時間をそれぞれ5秒間、10秒間、15秒間とした場合のスペクトルである。

【0045】

図3において、 $2,800\text{ cm}^{-1}$ ～ $3,000\text{ cm}^{-1}$ 付近の吸収は、MSQ膜中に含まれる有機成分によるものである。加熱処理後の吸収が最も強く、プラズマ処理時間が長いほど吸収が弱くなることがわかる。また、 $3,500\text{ cm}^{-1}$ 付近の吸収は水によるものであり、プラズマ処理によって吸収が弱くなることがわかる。

【0046】

次に、プラズマ処理後のMSQ膜に対して450℃程度の温度で加熱処理を行う。図4は、図3の試料について加熱処理を行った後の赤外線吸収スペクトルを示したものである。図4(a)は、200℃で加熱処理した後、プラズマ処理を行わずに450℃で加熱処理した試料のスペクトルである。図4(b), (c), (d)は、200℃で加熱処理した後、それぞれ5秒間、10秒間、15秒間のプラズマ処理を行い、450℃で加熱処理した試料のスペクトルである。

【0047】

図4より、 $2,800\text{ cm}^{-1}$ ～ $3,000\text{ cm}^{-1}$ 付近の有機成分の吸収が消失していることがわかる。また、(b), (c), (d)のスペクトルに大きな変化は見られないことから、プラズマ処理時間を15秒間としても膜中に大きなダメージが生じていないことがわかる。

【0048】

図5に、図4の試料について、プラズマ処理時間に対する膜厚および屈折率の変化を比較した結果を示す。尚、測定は分光エリプソ法を用い、単層膜と仮定して行った。プラズマ処理を行うことによって、膜厚の増加および屈折率の減少が起こることがわかる。しかし、プラズマ処理時間が15秒間になると、逆に、膜厚が急激に減少する一方、屈折率は著しく増大するようになる。

【0049】

図6は、図5の膜厚測定の結果をもとに容量測定によって求めた誘電率を比較したものである。プラズマ処理を行うことにより誘電率が減少することがわかる。これは、プラズマ処理によってMSQ膜中の有機成分が分解・除去される結果、加熱処理を行う場合のみに比較して膜中の空孔率が大きくなることによると考えられる。一方、プラズマ処理時間が15秒間になると誘電率は上昇するようになる。これは、プラズマ処理後に生成するシラノール基の量が多くなるために、加熱処理後も膜中に残存することによるものと考えられる。

【0050】

図7は、図5の試料について接触角を比較したものである。この結果から、プラズマ処理時間が10秒間以上になると完全に親水性を示すことがわかる。これは、MSQ膜中の炭素が酸素に置換されて、表面に改質層が形成されたことによると考えられる。このような親水性の改質層が形成されることによって、上層にシリコン酸化膜を形成した場合、十分な密着性を確保することができるようになる。

【0051】

次に、比較のために、従来の絶縁膜形成方法について示す。

【0052】

シリコン基板上に形成した窒化シリコン膜の上に、有機成分を含むMSQ膜を塗布法によって形成する。450℃程度の温度で加熱処理を行った後、N₂Oガスを用いてプラズマ処理を行う。例えば、圧力が1,000Paの真空チャンバ内に、N₂Oガスに希釈ガスとしてArガスを混合したガスを導入する。この際、N₂Oガスの流量を200ccmとし、Arガスの流量を1,000ccmとする。対向電極間に13.56MHzの高周波を200Wの電力で印加することによって、MSQ膜に対してプラズマ処理を行うことができる。尚、プラズマ処理の際の基板の温度は250℃程度とする。

【0053】

図8は、プラズマ処理後のMSQ膜について測定した赤外線吸収スペクトルの結果である。図8(a)は加熱処理後のスペクトルであり、図8(b), (c)

，（d）はプラズマ処理時間をそれぞれ5秒間，10秒間，15秒間とした場合のスペクトルである。

【0054】

図8において、1,200 cm^{-1} 付近の吸収はメチル基によるものである。プラズマ処理時間によって吸収が弱くなることがわかる。これは、メチル基の炭素がプラズマ中の酸素と置換したことによるものである。一方、3,500 cm^{-1} 付近の吸収は水によるものであり、プラズマ処理によって吸収が強くなることがわかる。

【0055】

図9に、図8の試料について、プラズマ処理時間に対する膜厚および屈折率の変化を比較した結果を示す。尚、測定は分光エリプソ法を用い、単層膜と仮定して行った。プラズマ処理を行うことによって、急激に膜厚が減少する一方、屈折率が増加することがわかる。

【0056】

本実施の形態によれば、プラズマ処理を行うことによって絶縁膜の表面に改質層を形成し、シリコン酸化膜との密着性を向上させることができる。したがって、膜剥離などの不良を低減させることができるので、半導体製造工程における歩留まりを向上させ、信頼性に優れた半導体装置を製造することが可能となる。

【0057】

また、本実施の形態によれば、プラズマ処理工程およびこれに続く加熱処理工程で有機成分の分解・気化（または、有機シロキサン分解）を行うことによって、絶縁膜中に含まれる有機成分のほとんどを除去することができる。これにより、膜の空孔率を高めて誘電率の低下を図ることができる。したがって、半導体デバイスの寄生容量を大幅に低減し、微細化に伴う信号遅延を抑制することができる。

【0058】

さらに、本実施の形態によれば、プラズマ処理後に生成したシラノール基を加熱処理によって反応させることによって、膜の吸湿性を低下させて誘電率の上昇を防ぐことができる。

【0059】

尚、本実施の形態においては、絶縁膜が配線形成工程に使用される場合について示したが、本発明はこれに限られるものではない。無機膜との密着性のよい多孔質膜を形成する目的であれば、本発明を適用することができる。

【0060】

【発明の効果】

本発明によれば、シリコン酸化膜との密着性が良好で低誘電率の絶縁膜を形成することができる。したがって、半導体デバイスの寄生容量を低減して微細化に伴う信号遅延を抑制することができる。また、膜剥離などの不良を低減させることができるので、半導体製造工程における歩留まりを向上させ、信頼性に優れた半導体装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) ~ (g) は、本実施の形態における配線形成工程を示す断面図である。

【図2】 (a) ~ (d) は、本実施の形態における絶縁膜の形成工程を示す断面図である。

【図3】 (a) ~ (d) は、本実施の形態におけるプラズマ処理後の絶縁膜の赤外線吸収スペクトルである。

【図4】 (a) ~ (d) は、本実施の形態における加熱処理後の絶縁膜の赤外線吸収スペクトルである。

【図5】 本実施の形態において、プラズマ処理時間に対する絶縁膜の膜厚および屈折率の変化を示したものである。

【図6】 本実施の形態において、プラズマ処理時間に対する絶縁膜の誘電率変化を示したものである。

【図7】 本実施の形態において、プラズマ処理時間に対する絶縁膜の接触角変化を示したものである。

【図8】 (a) ~ (d) は、従来のプラズマ処理後の絶縁膜の赤外線吸収スペクトルである。

【図9】 従来のプラズマ処理時間に対する絶縁膜の膜厚および屈折率の変

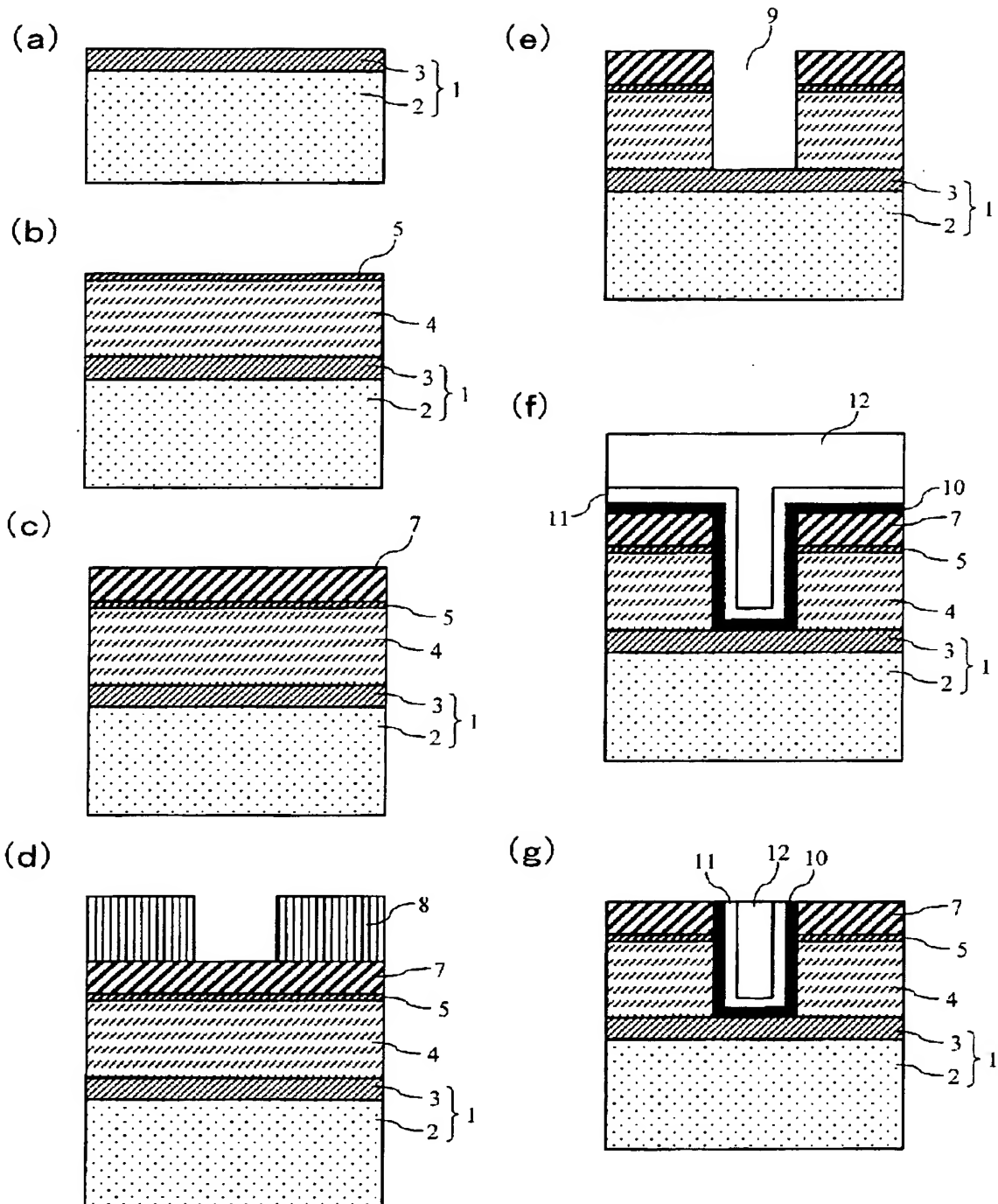
化を示したものである。

【符号の説明】

1 半導体基材、 2 シリコン基板、 3 第1の絶縁膜、 4 第2の絶縁膜、 5 改質層、 6 空孔、 7 第3の絶縁膜、 8 レジストパターン、 9 配線溝、 10 タンタル膜、 11, 12 銅膜。

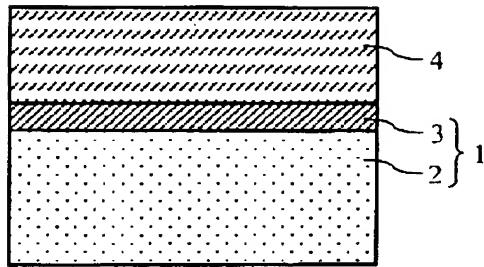
【書類名】 図面

【図 1】

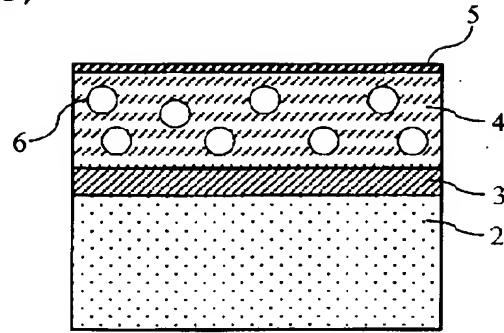


【図 2】

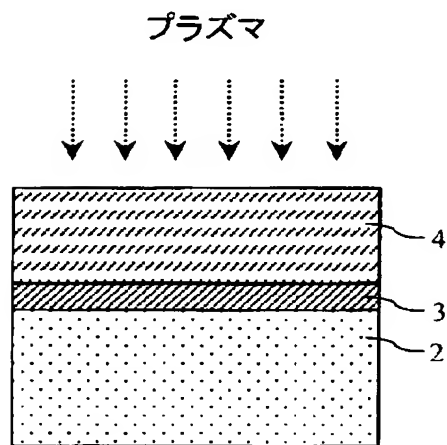
(a)



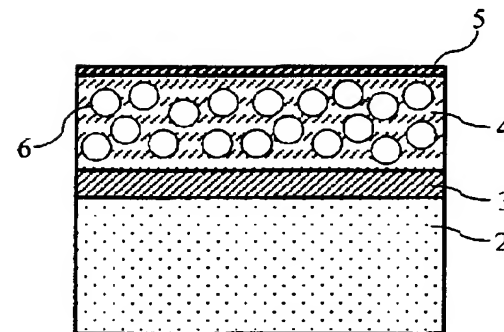
(c)



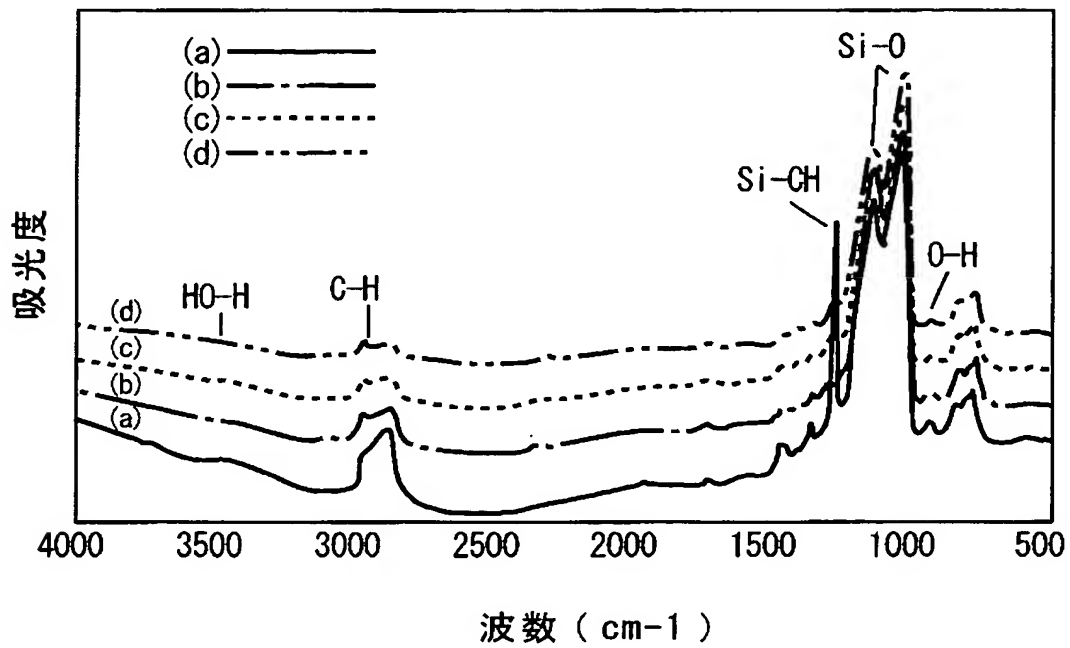
(b)



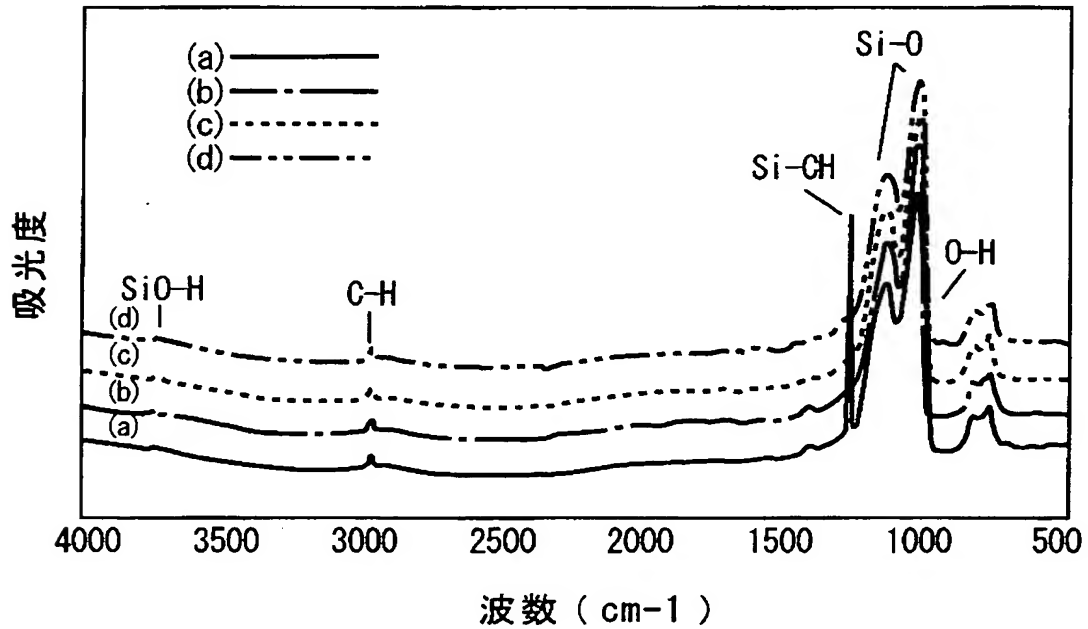
(d)



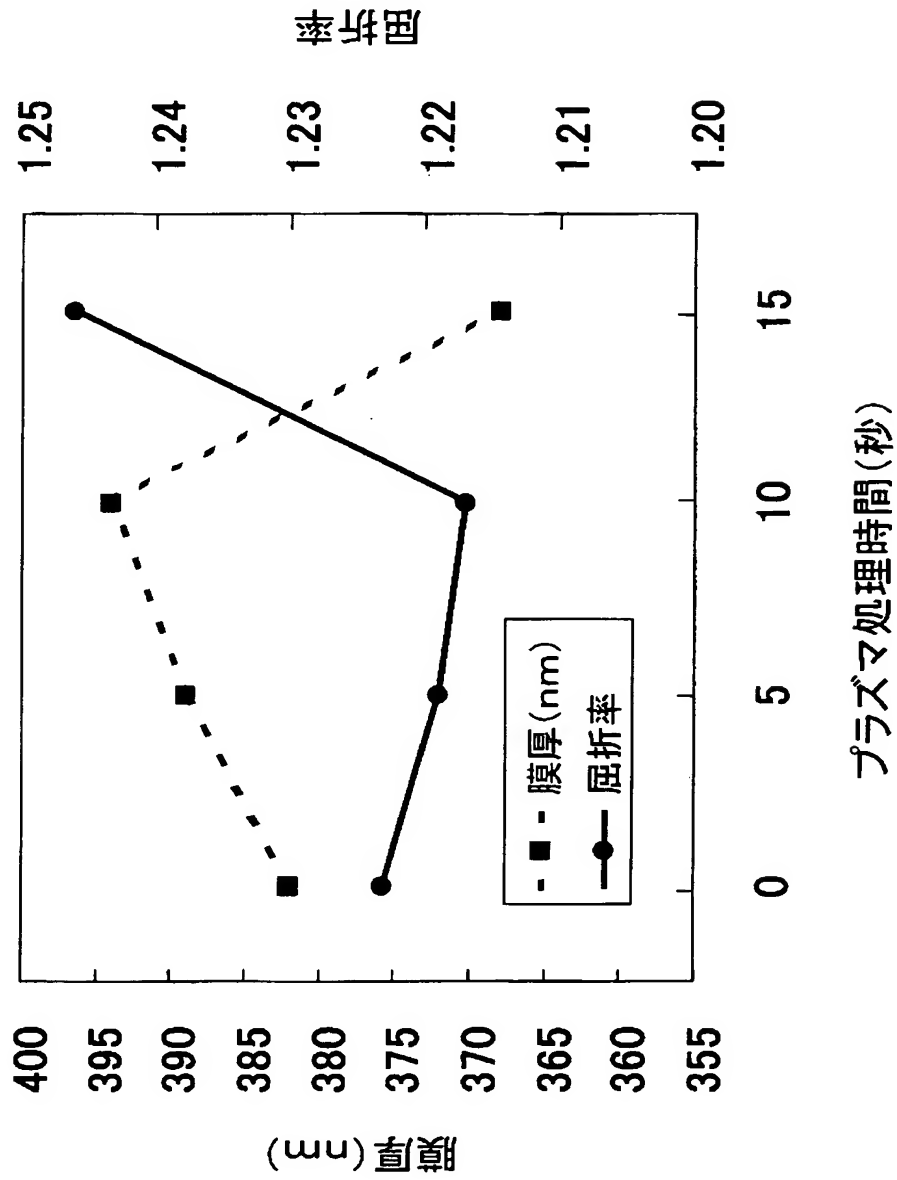
【図 3】



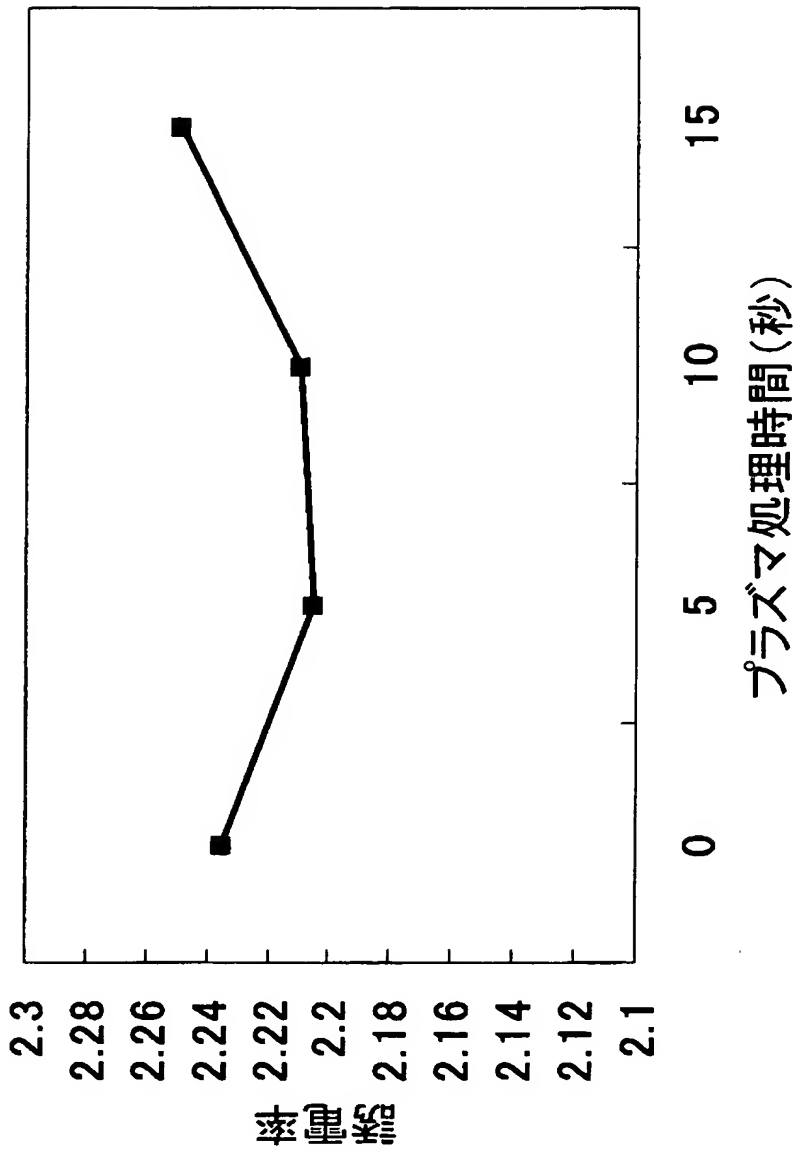
【図 4】



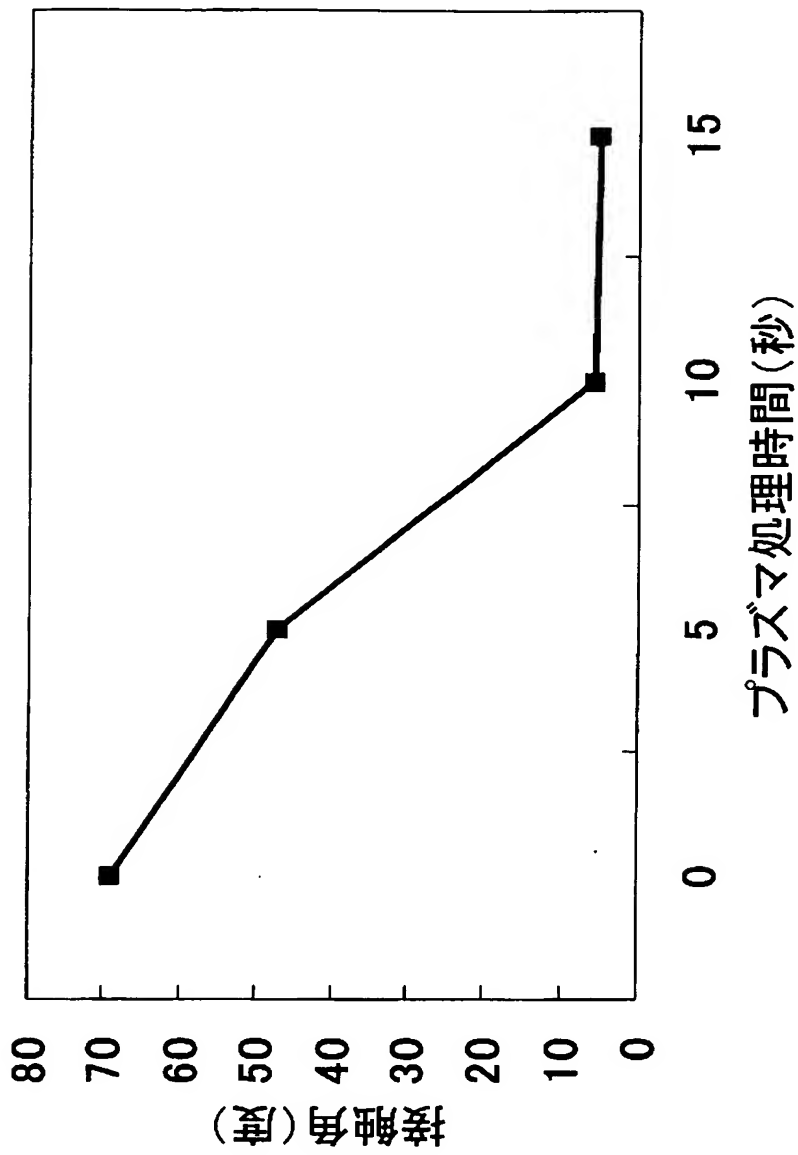
【図 5】



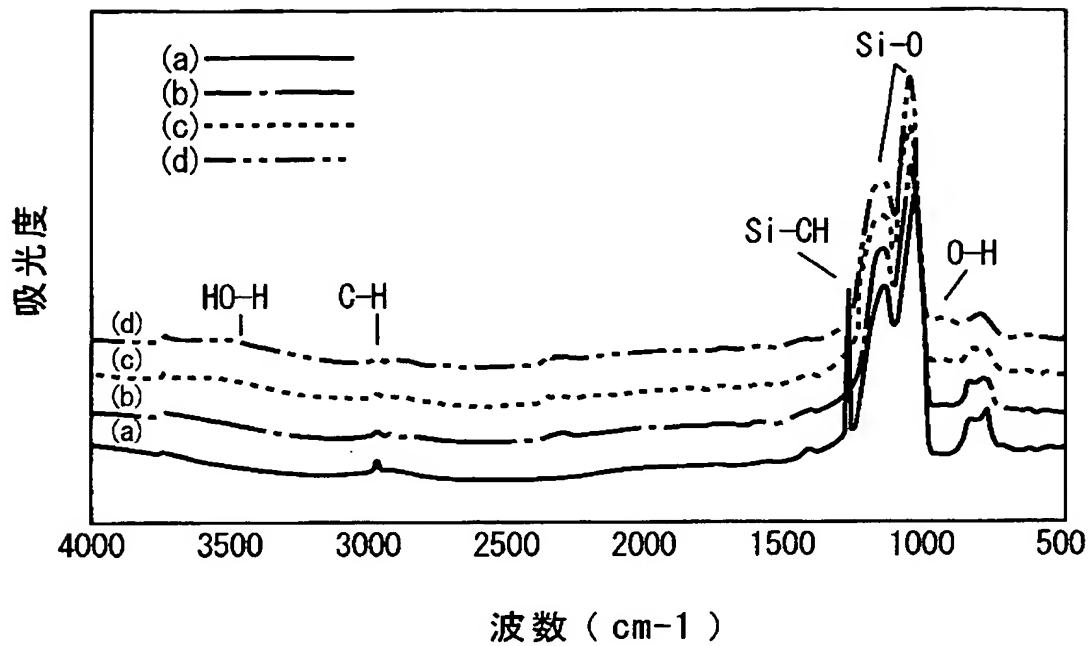
【図 6】



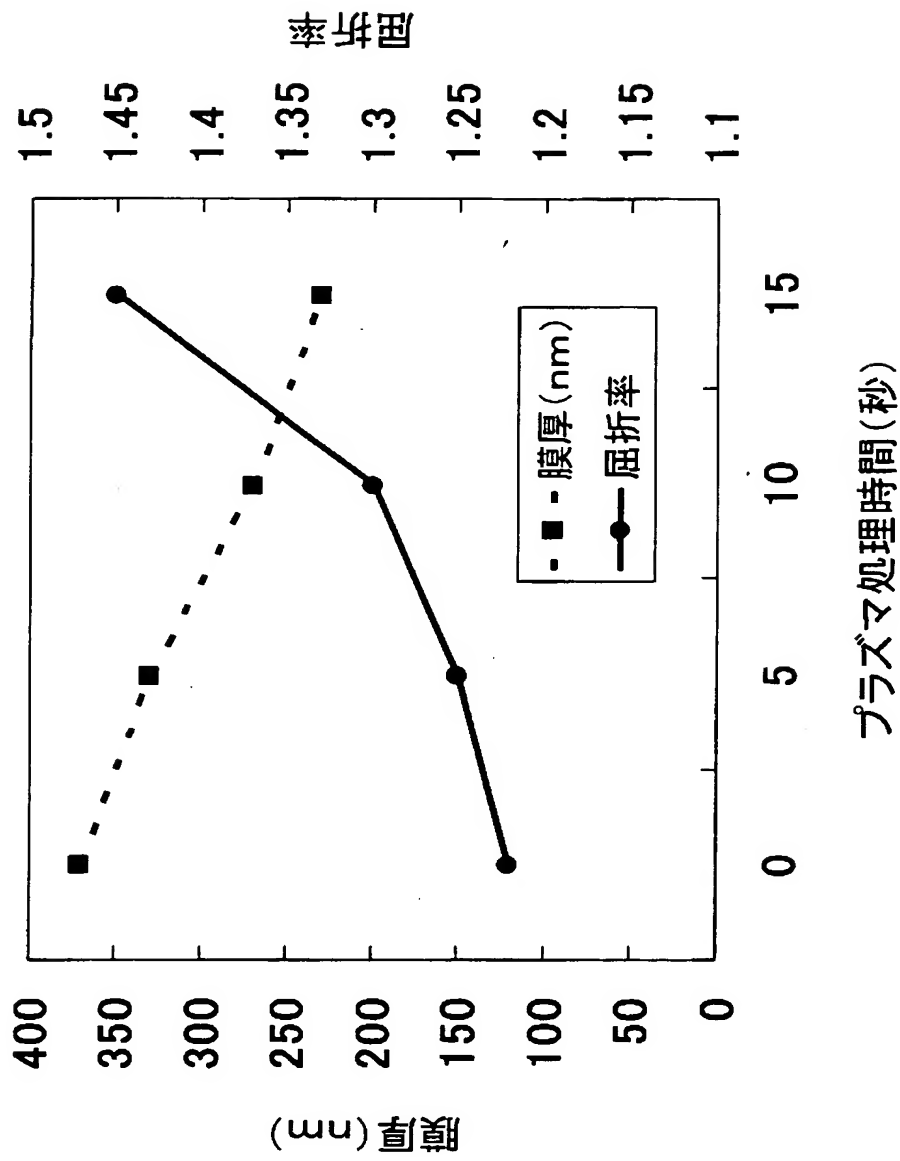
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコン酸化膜との密着性が良好で且つ誘電率の低い絶縁膜を用いた半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体基材 1 上に有機シロキサンを主成分としこの有機シロキサンと化学結合のない有機成分を含む絶縁膜 4 を形成する工程と、この絶縁膜 4 にプラズマ処理を行うことによって有機成分を除去するとともに絶縁膜 4 の表面に改質層 5 を形成する工程とを有する。プラズマ処理は、酸素、水素および窒素よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含むガスを用いて行うことができる。また、有機シロキサンは分子内にアルキル基またはアリル基を有するものとすることができる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 8 2 7 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 7 1 1 4 9 2 6]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 4 月 1 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	茨城県つくば市小野川 1 6 番地 1
氏 名	株式会社半導体先端テクノロジーズ